

На правах рукописи
УДК 550.83:553.3+528.77:550.814

ДРАГУНОВ АНДРЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ

**КОМПЛЕКСНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ЗОН
ЗЕМНОЙ КОРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕРИАЛОВ
ДИСТАНЦИОННЫХ И ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
В ВОЛГО-УРАЛЬСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ**

Специальность: 25.00.10 – Геофизика,
геофизические методы поисков полезных ископаемых

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Казань-2005

Работа выполнена в Научно-производственном управлении «Казаньгеофизика»
ОАО «Татнефтегеофизика».

Научный руководитель: доктор геолого-минералогических наук, член-кор. РАЕН
Каримов Камиль Мидхатович

Официальные оппоненты: доктор геолого-минералогических наук, профессор
Буров Борис Владимирович
(Казанский государственный университет, г. Казань);

доктор геолого-минералогических наук
Щукин Юрий Константинович
(ВНИИГеофизика, г. Москва)

Ведущая организация: Институт геологии и разработки горючих ископаемых (ИГиРГИ, г. Москва)

Защита состоится 19 января в 10⁰⁰ часов на заседании Диссертационного совета
Д 212.081.04 по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата геолого-
минералогических наук при Казанском государственном университете
по адресу:
420008 Г. Казань, ул. Кремлёвская 4/5,
геологический факультет КГУ.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке
им. Н.И.Лобачевского Казанского государственного университета.

Автореферат разослан «16» декабря 2004 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 212.081.04,
кандидат геолого-минералогических наук

Хасанов Д.И.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы.

Дистанционные исследования позволяют получать обобщённые сведения о геодинамически активных структурах на значительных территориях. Геофизические методы дают более достоверную информацию, но по отдельным точкам наблюдения. По мнению В.И.Гридина, комплексирование аэрокосмических, аэрогеофизических и полевых геофизических методов позволяет получать наиболее обоснованный окончательный результат по сравнению с раздельным применением этих методов при изучении различных объектов и в том числе геодинамически активной планетарной трещиноватости, контролирующей на современном этапе развития земной коры процессы флюидоперетоков и флюидонакоплений.

Так как при получении материалов дистанционного зондирования используются различные технические устройства, основанные на записи электромагнитного излучения, отраженного от поверхности Земли (с последующей интерпретацией изображений), то аэрокосмическое направление может рассматриваться в качестве одного из направлений комплекса геофизических исследований.

Решающая роль при формировании земной коры принадлежит внутренним (мантийным и внутрикоровым) процессам, однако роль внешних (внеземных) факторов до настоящего времени учитывается недостаточно. В геологии распространено мнение, что процессы, обусловленные внешним воздействием, развиваются только лишь в приповерхностной части земной коры. Тем не менее под воздействием притяжения Луны, Солнца и других космических объектов, а также вследствие перегрузок, возникающих в ходе вращения Земли вокруг своей оси и в плоскости эклиптики, внешние процессы, в виде взаимосвязанных систем геодинамически активных расслоений, проникают на значительные глубины, охватывают всю толщу земной коры и оказывают влияние на мантию.

Геодинамически активные зоны нарушений – это обширные области мелкой хрупкой преимущественно субвертикальной трещиноватости, с одной стороны исполняющие роль направляющих при колебательных движениях блоков под влиянием Лунно-Солнечного притяжения, и с другой – работающие в плане по принципу «мехов» при перегрузках, возникающих при вращении Земли.

Геофизическое моделирование природных процессов и явлений – одна из важнейших задач прогнозной оценки состояния и развития окружающей среды. Представительное её решение необходимо для получения информации о природных ресурсах и возможных техногенных нагрузках, о наиболее рациональных технологиях освоения, для обеспечения экологической сбалансированности природопользования, а также выявления наиболее комфортных мест проживания. В связи с этим уточнение геодинамического строения земной коры остаётся актуальной задачей с широкими возможностями для комплексирования и сопряженной обработки дистанционных и геофизических данных.

Цели и задачи исследований.

Создание объемной модели среды на основе картирования многограновой системы геодинамически активных зон нарушений дистанционными и геофизическими методами для прогнозной оценки залежей углеводородов.

Цель достигнута решением следующих задач:

- систематизация методических положений системно-геодинамических исследований и уточнение сведений об объекте;
- проведение системно-геодинамического дешифрирования на обзорно-региональном и детальном уровнях с целью выявления сквозного каркаса геодинамически активных зон нарушений в пределах Волго-Уральской нефтегазоносной провинции;
- анализ развития системы геодинамически активных зон, формируемых внешним воздействием, и разделение их на зоны флюидоперетоков и флюидонакоплений;
- объёмное моделирование субвертикальных и субгоризонтальных геодинамически активных расслоений земной коры и установление их проявления в геофизических полях;
- выяснение роли геодинамического фактора в формировании скоплений углеводородов в Волго-Уральской нефтегазоносной провинции на обзорно-региональном и детальном уровнях.

Научные результаты и их новизна:

- в Волго-Уральской нефтегазоносной провинции на глобальном, обзорно-региональном, региональном и детальном уровнях выявлен диагонально-решетчатый характер развития современных геодинамических процессов;

- определены основные параметры структур, формируемых ротационным полем напряжения Земли, и систематизированы закономерности развития геодинамически активных зон, которые необходимо учитывать при их картировании;
- выявлены особенности развития двух взаимно перпендикулярных направлений геодинамически активных зон - флюидоперетоков и флюидонакопления;
- на основе дистанционных и геофизических данных рассмотрен механизм формирования субвертикальных и субгоризонтальных геодинамически активных расслоений земной коры, а также зависимость глубины заложения субгоризонтальных расслоений земной коры от ширины геодинамически активных зон, проявляющихся на поверхности;
- впервые построена обобщённая схематическая модель 3D ротационного поля напряжений Земли, позволяющая проследить развитие геодинамических процессов в земной коре и установить участки повышенного геодинамического риска;
- рассмотрено влияние геодинамического фактора на формирование зон нефтегазобразования и скоплений нефти в Волго-Уральской нефтегазоносной провинции.

Фактическая основа работы.

При проведении системно-геодинамического дешифрирования использованы космические снимки из архива НПУ «Казаньгеофизика», полученные фотоаппаратами КФА-1000 с ИСЗ «Ресурс-Ф1», «Ресурс-Ф1М», КФА-3000 с ИСЗ «Ресурс-Ф2» и сканерами МСУ-СК с ИСЗ «Ресурс-О1» №3, MSS системы ИСЗ ERTS-Landsats №2, ETM+ «Landsat-7» и аэрофотоснимки, а также сканерные изображения МСУ-В с ИСЗ "Океан-О" №1, любезно предоставленные для опробования из архива ЗАО «Института аэрокосмического приборостроения» академиком РАЕН Р.Д.Мухамедяровым.

Геологические построения базируются на материалах глубокого бурения, геофизики и данных о составе нефтей 117 залежей, а также литературных и фондовых источниках.

Практическое значение работы.

Изложены данные о принципиально новых геологических объектах (возникновение и развитие которых обусловлено внешним воздействием): литопластинах и вычле-

няющих их субвертикальных и субгоризонтальных геодинамически активных расслоениях земной коры.

В пределах Волго-Уральской нефтегазоносной провинции и на сопредельных территориях выполнено системно-геодинамическое районирование и моделирование в масштабах: 1:5000000 (на площади 5300000 км²), 1:1000000 (200000 км²), 1:200000 (50000 км²) и 1:50000 (10420 км²). На основе детальных системно-геодинамических исследований уточнены контуры Азев-Салаушского и Шийского месторождений нефти. Зоны повышенного геодинамического риска должны учитываться при проектировании и эксплуатации различных природно-техногенных систем.

Уточненная методика системно-геодинамических исследований внедрена в производство по решению нефтепоисковых задач; выделенные при этом объекты используются в комплексе с результатами геолого-геофизических исследований на разведочных площадях ОАО Татнефть.

Защищаемые положения:

1. Получили дальнейшее развитие методические положения системно-геодинамических исследований, предполагающие использование геофизических данных при изучении строения земной коры.
2. В Волго-Уральской нефтегазоносной провинции на обзорно-региональном и детальном уровнях выявлен диагонально-решетчато-блоковый характер развития коры и проведено картирование многогранговой сети зон нарушений в условиях современных геодинамических процессов.
3. На основе аэрокосмогеологических и геофизических данных построена обобщённая геологическая модель 3D среды, формируемой ротационным полем напряжений Земли и представляющей собой систему литопластин, разделённых субвертикальными и субгоризонтальными разуплотнениями горных пород; рассмотрен механизм формирования геодинамически активных нарушений.
4. С учетом картирования многогранговой сети зон нарушений и объёмной модели среды установлена закономерность размещения залежей углеводородов, позволяющая оценить перспективы нефтеносности слабо изученных территорий Волго-Уральской нефтегазоносной провинции.

Апробация и публикация работы.

Результаты работы доложены автором на международных конференциях: «Геоэкология и современная геодинамика нефтеносных регионов», Москва, 2000; «Прогноз нефтегазоносности фундамента молодых и древних платформ», Казань, 2001; «Новые идеи в науках о Земле», Москва, 2003; «Проблемы геокосмоса», С.-Петербург, 2004; «Геодинамика нефтегазоносных бассейнов», Москва, 2004; на всероссийских конференциях «Применение материалов дистанционного зондирования Земли в интересах социально-экономического развития России», Элиста, 2001; «5 конгресс нефтегазопромышленников России», Казань, 2004; на республиканских: «Динамика и взаимодействие природных и социальных сфер Земли», Казань, 1998; «Минерально-сырьевой потенциал неосвоенных земель Татарстана – состояние, оценка, перспективы», Казань, 2002; на 65 заседании Республиканской комиссии по разработке нефтяных и газонефтяных месторождений Республики Татарстан, 2003; прочитаны лекции студентам геологического факультета КГУ по теме: «Производственные нефтепоисковые технологии АКГИ», 2002-2004.

Фактическая основа работы изложена в 20 рукописных отчетах. По теме диссертации опубликовано 22 работы.

Структура и объём работы.

Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав и заключения. Общий объём работы 182 страницы, в том числе 50 рисунков, 22 таблицы и список литературы из 141 наименования.

В процессе работы соискатель пользовался советами и консультациями широкого круга ученых: В.И.Гридина, Д.К.Нургалиева, Э.К.Швыдкина, Р.С.Шайхутдинова, Р.А.Кашеева, В.П.Степанова, Г.Е.Кузнецова, А.М.Ануфриева, Д.И.Хасанова, Н.И.Горбунова, П.В.Вишневого, Ю.Б.Антонова, И.Ю.Белова за что автор выражает им благодарность.

Диссертант искренне признателен за помощь и ценные советы научному руководителю, доктору геолого-минералогических наук, члену-корреспонденту РАЕН К.М.Каримову. Автор благодарен своим коллегам по НПУ «Казаньгеофизика» за совместную работу в ходе проведения полевых исследований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОБ ОБЪЕКТЕ СИСТЕМНО-ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Физические поля Земли составляют неотъемлемую составную часть космических взаимозависимых полей и их аномалий. Любые изменения в околоземном пространстве неизбежно приводят к соответствующему переформированию полей Земли. В свою очередь земные аномалеобразующие источники являются основополагающими во всех процессах, совершающихся как в недрах планеты, так и на земной поверхности. Исходя из этого, В.И.Гридин отмечает, что взаимосвязи земных и космических физических полей являются главными движущими силами формирования и развития не только ландшафтной сферы, но и Земли в целом. Проблему воздействия космических факторов на земные явления в России начали разрабатывать В.И.Вернадский и А.Л.Чижевский.

При сопряженном дистанционном и геолого-геофизическом изучении ландшафтных аномалий В.И.Гридин установил, что значительные изменения целого ряда природных процессов связаны с краевыми зонами аномалий гравитационного и других полей.

С выходом на орбиту Земли искусственных природоресурсных спутников, производящих её съёмку из космоса, у геологов появилась возможность непосредственным образом обозревать разнообразные структуры, проявляющиеся на поверхности. При изучении космических изображений Земли на основе ландшафтных признаков прежде всего стали выделяться кольцевые структуры и гигантские симметрично-полигональные решетчатые системы зон нарушений различной ориентации.

Г.Н.Каттерфельд связал генезис глобальной системы разрывных нарушений земной коры с планетарным ротационным полем напряжений. А.В.Долицкий констатирует, что скорость собственного вращения Земли постоянно меняется и что это вызывает в земной коре глобальное поле напряжений. Разрывные нарушения в земной коре и глобальные зоны разломов на её поверхности создаются вследствие гравитационного сжатия и неравномерности вращения планеты.

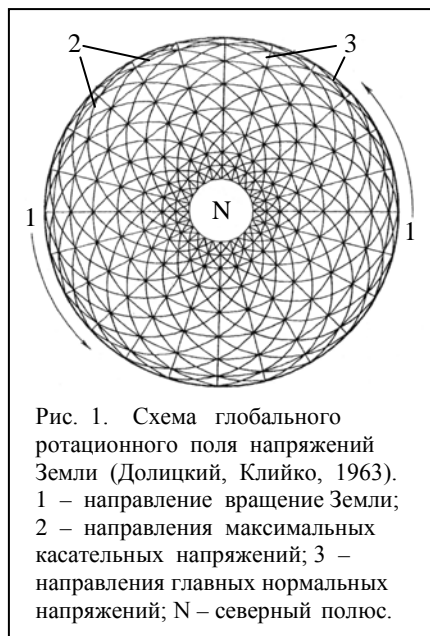


Рис. 1. Схема глобального ротационного поля напряжений Земли (Долицкий, Клийко, 1963). 1 – направление вращения Земли; 2 – направления максимальных касательных напряжений; 3 – направления главных нормальных напряжений; N – северный полюс.

Вследствие того, что Земля движется в неоднородном космическом пространстве, околоземные физические поля оказывают на неё постоянное воздействие. Дифференцированный характер внешнего воздействия формирует в земной коре систему расслоений и возбуждает в ней геодинамическую активность.

По утверждению Л.С.Лейбензона, И.В.Галибиной и др., можно считать установленным, что наша планета деформируется как симметричное космическое тело по симметричным же планетарным направлениям, обусловленным фигурой Земли (геоид вращения). Теоретически эта закономерная сеть планетарных напряжений вычислена А. Veronnet (1912) и др. Она определяется диагональными и ортогональными направлениями с азимутами простираия 0° и 90° , 45° и 135° (рис. 1). Диагональная решетчатая система формируется под действием скалывающих напряжений, а ортогональная генерируется растягивающе-сжимающими напряжениями.

При анализе систем нарушений, проявляющихся на космических снимках, можно отметить, что реальная картина является весьма сложной и существенно отличается от идеальной. В качестве примера этой картины могут быть рассмотрены построения ряда ученых и в том числе А.В.Долицкого, осуществлённые в глобальном плане для Евразии (рис. 2) и других континентов Земли. По мнению К.Ф.Тяпкина, планетарная трещиноватость различной направленности формировалась последовательно в связи с непрерывно меняющимся ротационным режимом Земли.



Рис. 2. Фрагменты направлений ротационного поля напряжений Евразии (Долицкий, 2000).

На основе данных повторного нивелирования Н.А.Касьянова и Ю.И.Кузьмин обратили внимание на резкое усиление современных геодинамических движений в узких зонах на платформенных нефтегазоносных территориях. Суммарная амплитуда по этим разломам невелика, поэтому они часто не картируются, но обычно проявляют себя на сейсмических профилях.

В районах развитой нефтедобычи предшествующими геолого-геофизическими работами накоплен обширный фактический материал, позволяющий обобщить сведения о характере геодинамических процессов, связываемых различными исследователями с ротационным режимом Земли и получить современное представление об объекте системно-геодинамических (СГ) исследований.

ГЛАВА 2. МЕТОДИКА СИСТЕМНО-ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В последнее десятилетие в РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина под руководством профессора В.И. Гридина была разработана системно-геодинамическая технология аэрокосмических исследований, рассматривающая в качестве основного объекта планетарную трещиноватость.

Для решения задач СГ дешифрирования им рекомендован метод «проявления», предусматривающий последовательность выделения объектов от общего к частному путём выявления свойственных изучаемому региону закономерных систем структурных линий. Наибольшее распространение в практике СГ дешифрирования получил метод «геометрического подобия сопряженных структурных форм», позволяющий по результатам анализа геометрических искажений совокупностей структурных линий установить величину горизонтальных смещений современных структурных форм.

В представляемой работе автором предложен и применён методический приём «разделения», позволяющий рассматривать всю совокупность блоково-складчатых и разрывных нарушений исходя из источников образования (с учетом особенностей их проявления на земной поверхности и в коре) на генетически взаимосвязанные группы. Все источники напряжений, возникающие в земной коре, могут быть подразделены на внешние и внутренние. Внутренние источники обусловлены движением мантийного вещества и внутрикоровыми геологическими процессами, а внешние - экзогенными приповерхностными процессами, воздействием ротационного поля напряжений Земли и

падением на её поверхность крупных метеоритов. Практический результат избирательно-го изучения систем нарушений различного генезиса и отдельного изучения геодинамической активности, возбуждаемой различными источниками напряжений, получается большим, нежели при рассмотрении всей совокупности разломных дислокаций в целом.

В качестве первичного (фактического) материала при проведении СГ исследований используется система информационных материалов, различных по времени получения, диапазонам съемок и разрешающей способности. Качество дистанционных материалов во многом зависит от природных условий и времени проведения съемок.

На признании ведущей роли современной геодинамической активизации (на что в первую очередь и «откликаются» экзогенные процессы) в развитии земной коры основан СГ подход к дешифрированию космических снимков.

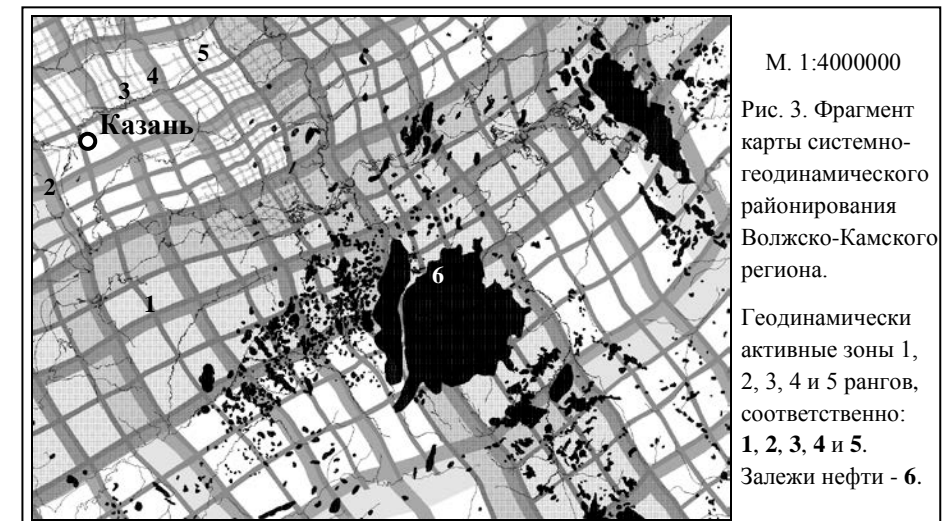
Предлагается следующая схема проведения СГ исследований:

1. Выбор источника геодинамической активности (исходя из методического приёма «разделения» останавливаемся на ротационном поле напряжения Земли).
2. Выбор наиболее активной решетчатой системы планетарной трещиноватости, контролирующей на современном этапе развития земной коры процессы флюидоперетоков и флюидонакопления.
3. Избирательное картирование геодинамически активных зон нарушений (ГАЗН) на основе комплекта разномасштабных космических снимков согласно методу «проявления», с учетом выявленных закономерностей их развития.
4. Проверка и уточнение планового положения геодинамически активных зон нарушений на основе геофизических исследований; при совместном проведении работ – сопряженная обработка.
5. Моделирование 3D геодинамического строения земной коры.
6. Определение благоприятных мест для формирования зон нефтегазобразования и рассмотрение перспектив нефтеносности на обзорно-региональном и детальном уровнях.

За время своего существования Земля не раз меняла положение своей оси. Поэтому в земной коре в каждую эпоху стабилизации возникает новая система ГАЗН, а старая, меняя простирание, утрачивает и подвижность, трещиноватость в ней смыкается, и она начинает перерабатываться. Таким образом, развитие решетчатых систем планетарной трещиноватости нарушений различной ориентации (с направлениями в 150° и $60^\circ (\pm 15^\circ)$, 0° и 90° , 30° и 120° , 170° и 80° , 135° и 45° и др.) в Волго-Уральской нефтегазоносной

провинции (ВУНП) и других территориях происходило последовательно в различные эпохи стабилизации земной оси.

Так как в хорошо развитых долинах рек зоны с простираниями в 150° и $60^\circ (\pm 15^\circ)$ секут зоны всех других направлений, поскольку только при пересечении нарушений с данными направлениями водные потоки выписывают входные и выходные петли, а также на основе того, что ГАЗН наиболее крупных рангов этой системы подчеркивает растительность и термически активные зоны, то именно данная решетчатая система проявляет наибольшую геодинамическую активность на современном этапе развития земной коры (рис. 3). Система зон с простираниями 0° и 90° также является геодинамически активной, поскольку направления её подсистем строго параллельны и перпендикулярны положению земной оси. Зоны диагональных направлений составляют единую многоранговую систему в пределах ВУНП и на сопредельных территориях, а ортогональные выражены значительно слабее, секутся диагональными направлениями и имеют локальный характер развития.



На территории России ГАЗН наиболее крупных рангов (шириной 80-90 км) по специализированным космическим изображениям видны, как правило, невооруженным глазом. Для того чтобы приступить к решению нефтепоисковых и др. задач в детальном масштабе, необходимо результаты СГ районирования, проведённого в М. 1:5000000, последовательно детализировать до М. 1:1000000, 1:200000 и 1:50000, на основе ком-

плекта первично разномасштабных материалов дистанционного зондирования (с 4-5 кратной разностью масштабов), согласно принципов системного картирования и с учетом закономерностей развития многогранного каркаса ГАЗН.

При выполнении данной работы на центральную часть ВУНП имелся полный комплект космических снимков материалов, с 4-5 кратной разностью масштабов (рис. 3). К югу и к северу ГАЗН были протрассированы на основе гидрологических аномалий (т.е. по речной сети). В результате следует отметить, что в районах Обской губы и Прикаспия, где работы проводил В.И. Гридин, наши построения в целом совпадают. Данное положение говорит в пользу объективности представленного СГ районирования.

Исходя из результатов СГ дешифрирования, проведенного в пределах ВУНП, видно, что диагональная система ГАЗН развёрнута от строго диагонального положения по часовой стрелке на угол 20-24°. Угол плоскости экватора Земли к плоскости эклиптики составляет 23°27'. Следовательно, на плановое положение каркаса ГАЗН существенное влияние оказывают перегрузки, возникающие при вращении Земли в плоскости эклиптики. Так как вследствие разворота две подсистемы ГАЗН отходят от меридианов под различными углами, то при собственном вращении Земли они активизируются в различной степени. Более активное – северо-западное направление является наиболее благоприятным для флюидоперетоков, а менее активное – северо-восточное – для флюидонакопления (формирования залежей углеводородов (УВ)). С данным положением полностью согласуются выводы В.К. Ануфриева (1989) и Р.С. Шайхутдинова (1995), отметивших на основе статистики, что преобладающее количество месторождений в условиях Татарского свода примыкает к линейным нарушениям северо-восточного простирания.

Объективной основой комплексирования дистанционных и геофизических методов следует считать использование одних и тех же природных взаимосвязей и закономерностей в распределении физических полей и обусловленных ими аномалий ландшафта. При совместной интерпретации геофизических и дистанционных данных сначала рассматриваются отчетные материалы (сводные карты аномалий, структурные карты, сейсмические разрезы и др.), которые переносятся на единую электронную основу.

В случае совпадения результатов в пределах конкретного участка производится комплексное отображение изучаемого объекта по результатам двух групп методов. В случае несовпадения фотоаномалий с объектами, выделяемыми по геофизическим данным, возникает необходимость в пересмотре и частичной переинтерпретации первичных

фактических материалов, как геофизических, так и дистанционных. Сопряженная обработка геофизических и СГ информационных материалов имеет своей целью привязку результатов дешифрирования к контрольному геофизическому материалу. При выполнении сопряженной обработки используются приёмы последовательного приближения.

Оптимальными вариантами геофизических карт и карты СГ исследований считаются те, которые удовлетворительно соединяют ландшафтные аномалии, выявленные по дистанционным данным, и подтверждаются результатами геофизических работ. Участки полного совпадения ландшафтных аномалий (т.е. областей развития ГАЗН, выявленных по материалам дистанционного зондирования Земли) с зонами разуплотнения горных пород, прослеженными по данным геофизических исследований, рассматриваются в качестве эталонных.

Совместная обработка данного рода способна дать существенный эффект при установлении связи между ГАЗН, выявляемыми на поверхности Земли, и зонами деструкций, фиксируемыми на различных глубинах. Непосредственное прослеживание на основе космических изображений Земли ландшафтных индикаторов позволяет проследить характерные черты особенностей глубинного строения и на основе этого существенно повысить достоверность интерпретации первичных геофизических материалов. В результате совместной обработки материалов дистанционных и геофизических исследований могут выявляться как зоны нарушений, так и пликативные дислокации, обусловленные структурными осложнениями ГАЗН.

При СГ проведении анализа рельефа поверхностей структурных комплексов, проводимого по всем отражающим сейсмическим горизонтам, отрисовываются осевые линии антиклиналей и синклиналей различных простираний. По результатам сопоставления каркаса ГАЗН и осевых линий видно, что последние в значительном числе случаев совпадают по простиранию и в плане с разноранговыми зонами нарушений. Данное положение свидетельствует в пользу того, что ГАЗН развиваются не только у поверхности Земли, но и на всех уровнях структурных планов вплоть до поверхности фундамента.

При проведении СГ исследований перспективы нефтеносности на изучаемых территориях следует рассматривать по 7 направлениям.

В рамках дальнейшего развития методических положений системно-геодинамических исследований сделано следующее:

1. Предложен методический приём «разделения», предполагающий: а – раздельное изучение планетарной и тектонической трещиноватости, б – разделение геодинамических процессов по видам, на основе источников образования, в – разделение направлений дистанционных исследований, изучающих строение коры;
2. Рассмотрены ландшафтные индикаторы геодинамически активных зон нарушений различных рангов в Волго-Уральской нефтегазоносной провинции;
3. Составлен перечень закономерностей проявления многогранового каркаса ГАЗН;
4. Рассмотрен механизм формирования ГАЗН флюидоперетоков и флюидонакопления;
5. Предложена схема развития субвертикальных и субгоризонтальных геодинамически активных расслоений земной коры;
6. Уточнены параметры структур коры в Волго-Уральской нефтегазоносной провинции, формируемых ротационным полем напряжения Земли;
7. Прослежены особенности проявления геодинамически активных расслоений в геофизических полях;
8. Получены представления о формировании зон нефтегазобразования;
9. Уточнены подходы к рассмотрению перспектив нефтеносности на: а – обзорно-региональном уровне, б – детальном уровне.

Представления о субгоризонтальных геодинамически активных расслоениях и геодинамическом строении земной коры в целом при проведении СГ исследований автором излагаются впервые.

ГЛАВА 3. РАССМОТРЕНИЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ КАК ОБЪЕКТА НЕФТЕПОИСКОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В ходе проведения СГ исследований на территории ВУНП в М. 1:5000000, 1:1000000, 1:200000 и 1:50000 (10870 км^2) были установлены основные параметры ГАЗН. Результаты СГ дешифрирования представляют собой модель 2D ротационного поля напряжений Земли.

В центральной части Волжско-Камской антиклизы на основе космического сканерного изображения МСУ-СК видно, что ГАЗН 1 ранга высекают ромбовидный в плане блок с относительно стабильными геодинамическими характеристиками, с размерами $220 \times 250 \text{ км}$. Этот блок в свою очередь расчленяется ГАЗН 2 ранга, шириною до 30 км.

Можно констатировать, что ГАЗН наиболее крупных рангов проявляются на космических снимках главным образом благодаря растительным формациям. Кроме того, их плановое положение подчеркивают наиболее крупные рр. Волга, Кама, Сура, Вятка и др.

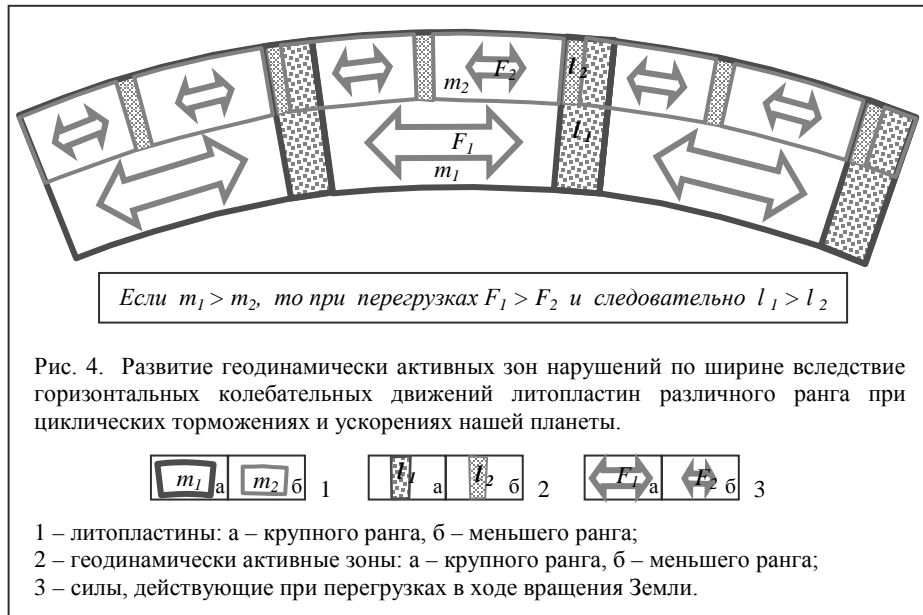
Над крупными месторождениями УВ растительность обретает более крупные формы и более жизнеспособна, чем на всей окружающей территории. Данное положение, с точки зрения автора, свидетельствует, что в центральной части Волжско-Камской антиклизы растительные формации индицируют ГАЗН наиболее крупных рангов не случайно, по-видимому, в пределах этих зон происходит активная циркуляция флюидов. Это и подчеркивает растительность.

По результатам СГ районирования в М. 1:5000000 видно, что значительная часть месторождений нефти Волжско-Камской антиклизы тяготеет к ГАЗН 1 и 2 рангов (рис. 3).

Суть концепции о геодинамическом строении земной коры состоит в следующем. Поскольку внешнее воздействие на земную кору с глубиной существенно затухает, то существует пороговая глубина, ниже которой горные породы сколь угодно долго могут выдерживать внешнее воздействие, а вышележащие породы – постепенно растрескиваться и отслаиваться по зонам субгоризонтальных деструкций. Вследствие того, что Лунно-Солнечное приливное воздействие постоянно раскачивает отслоённую часть земной коры, то она, в свою очередь, распадается на блоки – литопластины 1 ранга. При этом субвертикальные ГАЗН играют роль направляющих, по которым происходят колебательные движения литопластин (рис. 4). А так как с приближением к земной поверхности сила Лунно-Солнечного притяжения возрастает, то порог прочности горных пород должен преодолеваться ещё неоднократно.

В данной работе на основе логических заключений автором была реконструирована объёмная модель земной коры, полностью согласующаяся с проявлением геодинамически активных расслоений на её поверхности. Так как по данным дистанционных исследований в плане повсеместно выявляется 7 разноранговых решетчатых систем ГАЗН, вложенных одна в другую. Следовательно, в земной коре существует 7 уровней субгоризонтальных геодинамически обусловленных расслоений горных пород и, соответственно, 7 разноранговых иерархически соподчинённых систем литопластин, вложенных одна в другую, где верхние части литопластин каждого ранга осложнены литопластинами меньшего ранга. При вышеуказанном строении земной коры при прохождении Лунно-Солнечных твёрдых приливов все уровни 7 литопластин способны работать

как мощные вакуумные насосы (с поверхностью поршня от 3 км² до тысяч км² и амплитудой движения 2.5-10 см) втягивающие и выталкивающие пластовые воды в зоны трещиноватости всех типов.



Эмпирический закон, установленный в лаборатории аэрокосмических исследований РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина, гласит, что переход между ГАЗН по ширине во всех случаях кратен числу три. Данное явление может быть объяснено следующим образом. Вся земная кора состоит из иерархически соподчинённых литопластин, вложенных одна в другую (рис. 4). Чем больше размеры у литопластин, тем больше кинетической энергии они в себе заключают и на большую работу способны при циклических ускорениях и торможениях нашей планеты. Следовательно, в ходе перегрузок, возникающих при вращении Земли вокруг своей оси, ГАЗН разрабатываются по ширине пропорционально размерам (т.е. рангам) разделяемых ими литопластин.

Таким образом, ГАЗН существенно отличаются от тектонических трещинообразных разломов, которые начинаются с каких-либо неоднородностей в земной коре, концентрирующих вокруг себя напряжения. Геодинамически активные расслоения – это, прежде всего, разуплотнения горных пород значительной ширины, окружающие массивы

стабильных в геодинамическом отношении блоков, которые способны гасить периодически возникающие колебательные движения литопластин по принципу расходящихся и сходящихся мехов.

По материалам геофизических исследований субгоризонтальные расслоения горных пород прослеживаются на различных глубинах. Вместе с тем, в верхней части земной коры наиболее надежные сведения о развитии субгоризонтальных деструкций могут быть получены по данным глубокого и сверхглубокого бурения.

В данной работе предпринята попытка моделирования глубины заложения ГАЗН различных рангов двумя способами. В обоих случаях рассматривалась зависимость вида $H(d) = a \cdot d^b$ (более всего отвечающая известному тезису, что с глубиной сила внешнего воздействия существенно затухает), где H – глубина заложения ГАЗН, d – их ширина, a – коэффициент, зависящий от типа горных пород.

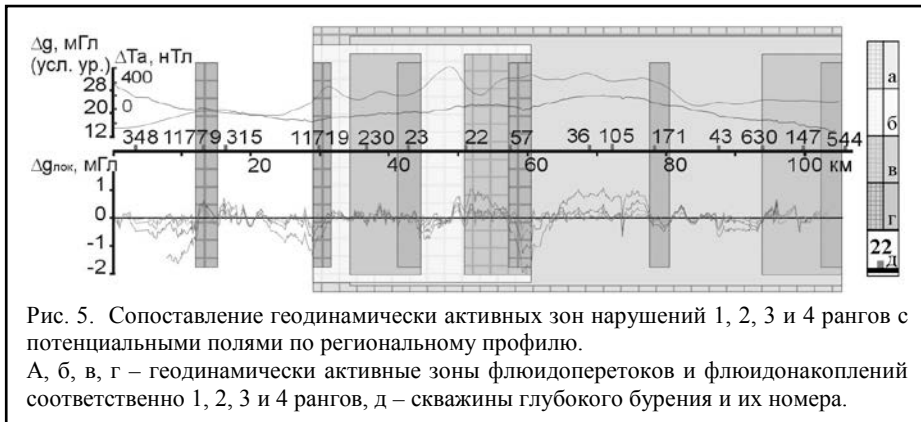
При первом подходе использовались данные Н.А. Касьяновой и Ю.О. Кузьмина (1996), выявившие по материалам повторного нивелирования в платформенных условиях узкие протяженные аномалии (γ – шириной 0.1-2 км, s – 5-10 км и β – 10-30 км, с глубинами заложения источников аномалий соответственно – 1-4 км, 4-8 км и 8-12 км). Данные аномалии были отождествлены с ГАЗН 5, 4 и 3 рангов.

Во втором случае использованы данные сверхглубокого бурения на Балтийском щите. По данным Кольской скважины, субгоризонтальные расслоения земной коры четко зафиксированы на глубинах 1.1-1.14 км, 6.3-6.38 км и 9.95-11 км (по скв. Силиан – на отметках 6.00 км), соответственно связанные с ГАЗН 7, 4 и 3 рангов. Кроме того, на значительной части Татарского свода карбонатные отложения заволжского надгоризонта верхнего девона разбиты трещиноватостью на абсолютных отметках 1.1-1.2 км. На повышенную трещиноватость горных пород в интервале отложений на глубинах 0.5-1.2 км указывает низкоомная толща, прослеживающаяся практически на всех разрезах МТЗ.

Исходя из характера кривой, построенной на основе параметров аномалий, приведённых Н.А. Касьяновой и Ю.О. Кузьминым, субгоризонтальные деструкции должны развиваться на глубинах: 1 ранг – 36-38 км, 2 ранг – 22-23 км, 3 ранг – 13-13.8 км, 4 ранг – 6.5-7 км, 5 ранг – 3.9-4 км, 6 ранг – 1.8-2.6 км и 7 ранг – 1.1-1.2 км; исходя из второй модели – на глубинах: 1 ранг – 32.6-34.2 км, 2 ранг – 19-20 км, 3 ранг – 11.8-12.5 км, 4 ранг – 6-6.5 км, 5 ранг – 3.8-3.9 км, 6 ранг – 1.8-2.45 км и 7 ранг – 1.1-1.2 км.

Для второго набора данных наилучшее приближение дает строго корневая зависимость ($b=1/2$). В результате экстраполяции этой кривой на область больших значений видно, что глубины заложения деструкций, связанных с литопластинами условно 1 и 2 ранга, согласуются с положением границ Конрада (18-26 км) и Мохоровичича (35-40 км).

По графикам аномалий потенциальных полей (магнитного, гравитационного и локальных аномалий поля силы тяжести с различными радиусами фильтрации) видно, что в краевых частях ГАЗН наблюдаются минимумы значений (рис. 5). Данный дефицит плотности может быть связан с локализацией трещиноватости в краевых частях ГАЗН. В пределах ГАЗН на сейсмических профилях наблюдается ослабление волновой картины, связанное с мелкой хрупкой трещиноватостью. На геоэлектрических моделях земной коры в краевых частях ГАЗН крупных рангов отмечаются пониженные значения сопротивления. Развитие субгоризонтальных расслоений, связанных с основаниями литопластин, в целом совпадает с границами высокоомных и низкоомных толщ.



ГЛАВА 4. ВЛИЯНИЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКОГО ФАКТОРА НА ФОРМИРОВАНИЕ СКОПЛЕНИЙ УГЛЕВОДОДОВ В ВОЛГО-УРАЛЬСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

Как известно, на формирование залежей нефти наибольшее значение оказывают структурный и литологический факторы, однако, как показывают проведенные исследования, геодинамический фактор также имеет на их формирование существенное влияние.

Поскольку ГАЗН крупных рангов развивается до границы Мохоровичича, имеют ширину до 80-90 км, выдержаны по простиранию на тысячи километров и являющиеся областями развития геодинамически активной трещиноватости, то они вполне могут являться трассами для движения флюидов.

На основе вышеизложенного можно предположить следующее. Давление пластовых вод с востока на территорию ВУНП, обусловленное действием силы Кориолиса, блокируется складчатостью Урала. Поэтому общее движение подземных вод с севера на юг, происходящее под влиянием центробежной силы Земли (Кротова, 1990) и геологического фактора (Кротова, 1956; Зайдельсон, 1957), геодинамический фактор отклоняет в юго-восточном направлении (так как более активным является северо-западное направление ГАЗН). Таким образом, все рассеянные молекулы УВ (как органического, так и неорганического происхождения – попадающие в состав флюидов из различных источников) в пределах Русской платформы, должны сноситься в пределы ВУНП. Если бы Урал не сдерживал напор пластовых вод с востока, то процесс нефтенакопления в юго-восточной части Русской платформы был бы в значительной степени ослаблен.

Область сноса флюидов характеризуется замедлением скорости движения пластовых вод. Очевидно, что для формирования зон генерирования УВ (т.е. зон нефтегазобразования) необходимо ещё большее их замедление. С точки зрения системной геодинамики такие участки могут располагаться в пределах ГАЗН, в тех местах, где флюиды поднимаются по напластованиям горных пород из впадин к сводам. Также подпоры подземных вод могут существовать и в узлах пересечения ГАЗН, где встречаются несколько потоков флюидов.

В относительно спокойных гидрогеологических условиях в зонах нефтеобразования может происходить дифференциации состава флюидов. Но так как в пределах ГАЗН пластовое давление (под воздействием твёрдых приливов) периодически возрастает, то отдельные молекулы УВ могут «слипаться» и уже дальше двигаться на относительно небольшие расстояния в виде капельножидкой нефтяной эмульсии – ко всем существующим в земной коре ловушкам нефти. Однако можно предположить, что по периодически открывающимся трещиноватым полостям нефтяная эмульсия способна перемещаться по ГАЗН и на десятки километров. В пользу этого говорит то, что в пределах зон флюидонакопления крупных рангов располагается значительное количество месторождений (рис. 3), и что нефть в них имеет наименьшие значения плотности. При этом в

первую очередь будут восполняться те залежи, которые находятся в непосредственной близости от узлов нефтегазонакопления, а также приуроченные к ГАЗН.

Кроме того, в связи с общим движением поземных вод в ВУНП с северо-запада на юго-восток наиболее перспективными на формирование залежей УВ являются северо-западные склоны и купольные части антиклинальных структур 1 ранга, где скорость движения флюидов несколько замедляется.

Как известно, при увеличении давления газ растворяется в нефти. В ВУНП больше нефти, чем газа. Следовательно, данное обстоятельство является доводом в пользу того, что на формирование скоплений УВ ВУНП самое существенное влияние оказывает геодинамический фактор.

Всего по данным СГ районирования, с учётом влияния тектонического фактора, в пределах ВУНП намечено 8 зон нефтегазобразования 1 ранга, и также могут быть выявлены зоны 2 и 3 рангов.

На основе анализа планового положения 117 залежей терригенного девона, расположенных в пределах Татарского свода и на сопредельных территориях, можно отметить, что подавляющая их часть (84%) непосредственно приурочена к областям развития ГАЗН 1 ранга (шириной 80-90 км). По всей видимости, это связано с тем, что геодинамически активная трещиноватость, развивающаяся в пределах ГАЗН, способствует доставке нефтяной эмульсии к ловушкам всех типов, существующих в земной коре. Следовательно, наибольшие перспективы на обнаружение залежей УВ в терригенном девоне ВУНП имеют земли, приуроченные к ГАЗН 1 ранга.

В залежах, расположенных в пределах ГАЗН флюидоперетоков 1, 2 и 3 рангов и пересекаемых их краевыми зеркалами скольжения – все средние показатели характеристик нефтей, относительно внутренних частей зон, имеют пониженные значения. Для краевых зеркал скольжения ГАЗН флюидонакопления наблюдается обратная картина. Следовательно, в этих наиболее подвижных частях зон флюидоперетоков, относительно зон флюидонакопления, происходит более активная циркуляция пластовых вод. Для отдельной выборки по тиманским отложениям эта зависимость прослеживается четче, чем для терригенной толщи девона в целом.

При сопоставлении каркаса ГАЗ с 46 залежами нефти, установленными бурением на рассмотренных детальных участках, оказалось, что 32 из них (70%) совпадают в плане с зонами флюидонакоплений 4, 5 и 6 рангов, и 27 залежей (59%) совпадают только с зо-

нами флюидонакопления 5 ранга. Результаты данной статистики прямо указывают на существование взаимозависимости между положением залежей нефти в плане и зонами флюидонакоплений.

ВЫВОДЫ

1. Различные источники напряжений возбуждают в земной коре разные виды геодинамических процессов. С мантийными процессами связаны медленные эвстатические колебания земной коры, с группой внутрикоровых процессов – разнообразные дифференцированные движения и сейсмоактивность, а с ротационным полем напряжений Земли – постоянные «упругие» колебательные движения литопластин в пределах субвертикальных и субгоризонтальных расслоений.
2. Все ГАЗН, фиксируемые по космическим снимкам, непосредственно взаимосвязаны с одним из уровней субгоризонтальных расслоений земной коры. При этом показатели ширины зон и глубины заложения субгоризонтальных расслоений связаны корневой зависимостью.
3. Геодинамически активные расслоения – это, прежде всего, области развития хрупкой, дифференцированной трещиноватости различной ширины, которая окружает массивы стабильных в геодинамическом отношении горных пород, и которая способна гасить периодические внешние воздействия на литопластины по принципу расходящихся и сходящихся меков.
4. В краевых частях ГАЗН развиваются зеркала скольжения, проявляющиеся в потенциальных полях минимумами значений, а на электрических моделях МТЗ осадочного чехла и земной коры характеризующиеся пониженными значениями сопротивления. Основания литопластин различных рангов в целом соответствуют границам развития субгоризонтальных высокоомых и низкоомных толщ.
5. На сейсмических профилях в областях развития ГАЗН наблюдается развитие хрупкой мелкой трещиноватости, которая ослабляет картину волнового поля.
6. Исходя из допущения, что рассеянные молекулы углеводородов, входящие в состав флюидов, доставляются потоками подземных вод по системе геодинамически активных нарушений к зонам нефтегазобразования, то именно в них может происходить образование капельно-жидкой нефтяной эмульсии. А так как нефтяная эмуль-

сия способна перемещаться только на небольшие расстояния, то в очагах нефтегазонакопления нефть всегда местного – глубинного происхождения.

7. При формировании залежей нефти структурный и литологический факторы являются основными, но при этом на особенности строения залежей нефти всех типов существенный отпечаток накладывают современные геодинамические процессы.
8. На детальном уровне наиболее перспективными на обнаружение залежей нефти являются ГАЗН флюидонакопления 5 ранга.
9. Результаты детальных СГ исследований необходимо ввести в комплекс геолого-геофизических исследований при проведении нефтепоисковых работ, при оценке ресурсов нефти, а также при заложении скважин поисково-разведочного бурения.

Основные результаты опубликованы в работах

1. Драгунов А.А. Схема новейшей тектоники Камско-Волжского края по комплексу аэрокосмических и геолого-геофизических данных // Драгунов А.А., Мних В.Н. / Динамика и взаимодействие природных и социальных сфер Земли: Тез. докл. на Науч. конф. 12-13 ноября 1998 г. – Казань, 1998. – С.23–25.
2. Драгунов А.А. Новый подход к прогнозу, обнаружению, картированию и ликвидации последствий геоэкологических нарушений и чрезвычайных ситуаций на территории Татарстана // Шайхутдинов Р.С., Драгунов А.А., Мних В.Н. / Геоэкология и современная геодинамика нефтеносных регионов: Тез. докл. на Международ. научно-практ. конф. 24-26 октября 2001 г. – М., 2000. – С.60–61.
3. Драгунов А.А. Геодинамическое состояние месторождений углеводородов в Нижнекамском нефтеносном районе // Шабалин Н.Я., Драгунов А.А., Ирлина Е.С. / Геоэкология и современная геодинамика нефтеносных регионов: Тез. докл. на Международ. научно-практ. конф. 24-26 октября 2001 г. – М., 2000. – С.94.
4. Драгунов А.А. Нефтепоисковые работы в Волжско-Камском регионе, проводимые на основе материалов ДЗЗ // Драгунов А.А., Гареев К.Р., Нурмухаметов Р.Г. / Применение материалов дистанционного зондирования Земли в интересах социально-экономического развития России: Тез. докл. на Всерос. научно-практ. конф. 18-22 апреля 2001 г. – Элиста, 2001. – С.57–59.
5. Драгунов А.А. Системно-геодинамический подход к поискам залежей нефти приразломного и жильного типов в осадочной толще и в фундаменте // Драгунов А.А., Гареев К.Р., Шайхутдинов Р.С. / Прогноз нефтегазоносности фундамента молодых и древних платформ: Тез. докл. на Международ. науч.-практ. конф. 4-8 июня 2001 г. – Казань, 2001. – С.175–177.
6. Драгунов А.А. О выявлении зон разуплотнения горных пород методами дистанционного зондирования Земли // Драгунов А.А., Гареев К.Р., Шайхутдинов Р.С. / Гео-логическое изучение земных недр Республики Татарстан. – Казань, 2002. – С.162–169.
7. Драгунов А.А. К вопросу о решении задач поисков залежей нефти дистанционными методами // Драгунов А.А., Шайхутдинов Р.С., Гареев К.Р. / Георесурсы. – 2003. – №1. – С.38–42.
8. Драгунов А.А. Формирование геодинамически активных зон и их разделение на подзоны флюидоперетоков и флюидонакопления // Драгунов А.А., Хамидуллина Г.С., Гареев К.Р., Мних В.Н., Нурмухаметов Р.Г. / Геофизика. – 2003. – Спец. вып. к 50-летию ТНГФ. – С.59–63.
9. Драгунов А.А. Обобщённая трёхмерная геодинамическая модель взаимосвязанных разноранговых систем зон нарушений и литопластин, формирующихся под воздействием ротационного поля напряжений Земли // Драгунов А.А., Гареев К.Р., Хамидуллина Г.С. / Геофизик Татарии. – 2003. – №1. – С.25–27.
10. Драгунов А.А. Геодинамический фактор при формировании залежей углеводородов // Драгунов А.А., Гареев К.Р. / Новые идеи в науках о Земле: Новые идеи в науках о Земле: Тез. докл. на 6 Международ. конф. 8-22 апреля 2003 г.: В 3 т. – М., 2003. – Т.1. – С.208.
11. Драгунов А.А. Зоны флюидоперетоков и флюидонакопления // Драгунов А.А., Хамидуллина Г.С. / Новые идеи в науках о Земле: Тез. докл. на 6 Международ. конф. 8-22 апреля 2003 г.: В 3 т. – М., 2003. – Т.1. – С.209.
12. Драгунов А.А. О роли дистанционных исследований в выявлении нефтепоисковых объектов // Шайхутдинов Р.С., Драгунов А.А., Нурмухаметов Р.Г. / Новые идеи в науках о Земле: Тез. докл. на 6 Международ. конф. 8-22 апреля 2003 г.: В 3 т. – М., 2003. – Т.1. – С.276.

13. Драгунов А.А. Дешифровочные признаки геодинамически активных зон // Драгунов А.А. / Новые идеи в геологии и геохимии нефти и газа: Тез. докл. на 7 Международ. конф. 25-27 мая 2004 г. – М., 2004. – С.166–167.
14. Драгунов А.А. О роли дистанционных исследований в комплексе геолого-геофизических работ на разведочных площадях Республики Татарстан // Шайхутдинов Р.С., Драгунов А.А., Садреев А.М. / Новые идеи в геологии и геохимии нефти и газа: Тез. докл. на 7 Международ. конф. 25-27 мая 2004 г. – М., 2004. – С.534.
15. Драгунов А.А. Геодинамическое расслоение земной коры // Драгунов А.А. / Новые идеи в геологии и геохимии нефти и газа: Тез. докл. на 7 Международ. конф. 25-27 мая 2004 г. – М., 2004. – С.167–168.
16. Dragounov A.A. Global fissuring an Earth's crust, caused by the non-uniform rotational mode of the ground // Dragounov A.A., Antonova I.K. / Problems of geospace: Theses of reports on 5 International conferences. On May, 24-28, 2004. – St. Petersburg, 2004. – P.244–245.
17. Драгунов А.А. К вопросу о формировании Волго-Уральской нефтегазоносной провинции // Драгунов А.А. / Современные представления о формировании и переформировании залежей углеводородов: Тез. докл. на 5 конгрессе нефтегазопромышленников России. 6-10 сентября 2004 г. – Казань, 2004. – С.87.
18. Драгунов А.А. Влияние структурного и геодинамического факторов на формирование скоплений углеводородов в Волго-Уральской нефтегазоносной провинции // Драгунов А.А. / Георесурсы (в публикации).
19. Драгунов А.А. Раздельное изучение разрывных нарушений в соответствии с источниками их формирования // Драгунов А.А. / Современные представления о формировании и переформировании залежей углеводородов: Тез. докл. на 5 конгрессе нефтегазопромышленников России. 6-10 сентября 2004 г. – Казань, 2004. – С.87–88.
20. Драгунов А.А. Развитие комплекса аэрокосмогеологических исследований в НПУ «Казаньгеофизика» // Драгунов А.А., Мних В.Н., Нурмухаметов Р.Г. / Геофизик Татарии – 2004. – №3. – С.23–24.
21. Драгунов А.А. Влияние планетарной геодинамически активной трещиноватости на формирование Волго-Уральской нефтегазоносной провинции // Драгунов А.А. / Геодинамика нефтегазоносных бассейнов: Тез. докл. на 2 Международ. конф. 18-21 октября 2004 г.: В 2 т. – М., 2004. – Т.2. – С.23–25.
22. Драгунов А.А. Развитие геодинамически активной планетарной трещиноватости // Драгунов А.А., Гареев К.Р., Мних В.Н. / Геодинамика нефтегазоносных бассейнов: Тез. докл. на 2 Международ. конф. 18-21 октября 2004 г.: В 2 т. – М., 2004. – Т.1. – С.170–172.